

キネシオロジー (Kinesiology) 概説

佐 藤 隆

I. は じ め に

1964年の東京オリンピックを目前にして、我国のスポーツ界は其の準備に大童の態である。中でも、主催国として一本でも多く日章旗を掲げることを目標として、選手養成に全力を注いでいる日本体育協会は、その全力を挙げてこれに臨み、特に強化対策本部を設け、各種目毎に強化専門コーチを任命して選手のトレーニングに当らせている。更に、そのトレーニングの科学的裏附を求めてスポーツ科学研究委員会を組織して、一層の効果をあげるべく努力している。

過去におけるスポーツは科学とは無縁の存在で、技術や記録の向上は、スポーツマン自身が、その経験にもとずいて、試行錯誤的な努力を長年積上げた結果から得ていた。然し最近のスポーツ界は、単にスポーツマンの経験にたよるだけでなく、科学の力を利用する様になり、第2次大戦後のスポーツの技術や記録の飛躍的向上は、この科学の力の利用の結果であるとされている。戦後許されてヘルシンキの大会に参加して以来、メルボルン・ローマと相次いでの不成績を見、ここに次期大会を主催する立場となった我国スポーツ界としては、欧米各国の例にならって、この様な措置に出たことは当然であろう。

この様な情勢におされて、最近にわかに脚光を浴びてきたのがキネシオロジーである。勿論、我国のキネシオロジーの歴史は、細々乍ら戦前から続いており、体育者の中のある人達や、スポーツに関心のある医学者や理学者、又労働科学や治療医学の立場にある学者達が、夫々の立場で研究を続けていたが、組織だった研究団体もなく、又系統立った研究も極めて少なかった。

この様な立場にあるキネシオロジーが、どの様にして発展し将来どの様な方向に

進むかということを考えることは、目前に迫ったオリンピックに日章旗をあげるだけでなく、将来の体育学の発展や、スポーツの発展のために必要なことであろう。

勿論キネシオロジーは、体育やスポーツ向けのものではない。身体運動の実態を知ることは、医学的に重大な意味を持ち、特に機能異常の発見や、矯正治療の面では欠くことの出来ない分野であり、又日常生活や産業における作業能率の向上等の面でも重要な役割を受持つ様になっている。然しここでは、体育の立場を中心として考察を加えることにしたい。

Ⅱ．キネシオロジーとは

Kinesiology の訳語としては、「身体運動学」「筋肉運動学」などがある。そもそもキネシオロジーとは、解剖学を基礎として、人体動作の実態を把握し、それを応用することを目的とする学問である。人間は複雑な身体運動をするが、無統制な動きをくりかえしているのではなく、共通ないくつかの法則に支配されている。その第1は、他のすべての物体と同様に物理学の法則に従うものであり、第2に身体運動は、身体の各関節を中心とした筋肉の働きによるもので、解剖学及び生理学の原理にもとづくものである。即ち、この複雑な人体の運動、走り・跳び・投げ・打つ動作を分析するためには力学的分析が必要であり、又そのしくみを知るためには機械工学的な研究もなければならぬし、活動状態を医学的に分析し調整するのは運動生理学の立場である。身体運動についての研究は、基礎的な学問の中に示される諸原理を選び出し、その応用の仕方を体系化することが必要で、この学問をキネシオロジーと呼ぶのである。

今ここに我国におけるキネシオロジーの著書として、最もすぐれたものとされている、宮畑・高木両氏による「身体運動学」の目次をあげると、

1. 人体の運動器官（骨の連結とその運動、筋の起始・付着とその作用）。
2. 身体運動の生理学（筋運動の生理、呼吸の生理、循環の生理、消化の生理、神経の生理、トレーニング）。
3. 身体運動の基本問題（力学、単一機械と身体の機構、人体の形状、身体の基

本的な運動)。

4. 種々のスポーツにおける身体運動の分析。

5. 姿勢・矯正・強化体操。

と示されていて、キネシオロジーの立場が明らかに示されていることを知るのである。

キネシオロジーの必要性について考えてみるに、日常生活において、その中に含まれる身体運動が、どの様に行われているかを知り、それを自分の行動に応用する必要がある。最小の努力で最大の効果を得ることは、人生にとっていかに大切であるかということはいうまでもない。そのためには人体運動の基礎的な知識を身につけてそれに習熟するならば、単にその運動に限らず同種のいろいろな運動に応用することも出来るわけである。

体育にとっても、性や年齢、発育の程度によって、適当な運動を与えて正しく行なわせるのが体育であり、そのためには、どの運動がどのように行なわれ、どのような効果があるかということがわかっていなくてはならない。

スポーツの場合は一層明らかで、勝つために記録や技術の向上を目的として練習の能率をあげ、試合に最高の成績を出すために、出来るだけ理論的に研究する必要がある。力学的理論の研究がこれである。

又、産業における作業能率の問題にしても、最も能率的な機械の配列と共に、それに適する作業姿勢や作業時間の配分等について研究しなければならず、これまたキネシオロジーの研究分野と考えてよい。かく考えるならば、キネシオロジーは、その発達こそおくれではいるが、現代の人間生活にとって極めて重大な面を分担しているわけで、早急にその学問の体系の確立と解明がなされなければならないことを知るのである。

Ⅲ. キネシオロジーの歴史

身体運動に関する学問的な体系の発達は、近世にはじめて現われてきたが、その萌芽はギリシヤの昔に見ることが出来る。今日に残されているギリシヤ彫刻の素晴らしい躍動美こそ、身体運動の解剖学的な解明の結果でなくてなんであろう。然し

体育の歴史が示すように、ギリシャ時代を頂点とした古代の体育は次第に衰えて、中世の暗黒時代に入ると同時に、キネシオロジーの研究も中断の形にならざるを得なかったものと考えられる。そして文芸復興が、体育の芽を再び咲き出させたと同様に、人体に関する研究も盛んになり、特に 150 年程前、リング (Ling) によって、生理学と解剖学を基礎としたスウェーデン体操が作られるにおよんで、はじめて組織的な研究が行われる様になってきたのである。

20世紀に入って、スポーツが盛んになるにつれて、欧米各国はそのトレーニングに、又記録や技術の向上に、キネシオロジーの原理を応用する様になり、オリンピックゲームを中心として続々新記録が更新される様になって来た。一方医学界においても、又産業界においても、この学問の大切であることが認識され、矯正医学や、人間工学といった面で目覚ましい発達をとげるに至った。

我国においては、大正の初期、九州帝大の桜井博士が、体操を解剖学的に解明した研究が発表されたが、以来数こそ少ないが、充実した研究論文・著書等を発表して来た。然しこれらの研究は個々になされたものであり、又体育界やスポーツ界においても、あまり重視する様子はなく、一部の研究者の間だけで取上げられていたにすぎなかった。ところが前にも述べた様に、欧米スポーツ界の趨勢や、東京オリンピックの決定を期として、キネシオロジー研究の必要が叫ばれる様になり、又日本体育学会においても、前記宮畑・高木氏や東京大学の猪飼氏等が中心となって、1957年の総会において、キネシオロジー研究についての会合が持たれ、これが学会の分科会として認められるに至り、はじめてキネシオロジー研究の組織が出来たのである。勿論それ以前に、日本医学会の分科会として、日本体力医学会があって、この方面の研究が取上げられてはいたが、体育と直接結びついた形の組織は、これをはじめであるといつてよいであろう。その後更に、体協内に選手強化を目的としたスポーツ科学委員会も組織されて、一層充実した研究が続けられるようになったのである。

IV. キネシオロジーの分野

キネシオロジーの分野は極めて広く、限定することはむずかしい。参考として前

に述べた「身体運動学」に述べられている範囲にただけ考えてみても、極めて広範にわたって身体活動のすべての面について取上げており、いわばキネシオロジーとは、“身体運動とは何か”という命題を解明するための、あらゆる科学的研究を分野としていると言ってよいであろう。主な分野について具体的に示すと、次の様なものがあげられる。

1. キネシオロジーの最も大切な基礎として、人体解剖学があげられる。骨格とその連結としての関節・肩・肘・腰・膝・手首・足首など身体各部の関節の構造、それを取りまく靱帯、その関節を動かす諸筋肉の活動、多くの随意筋の起始や付着とその作用を関節を中心とし、関節の動きに重点をおいて研究することである。
2. 人体運動を解明するためには運動生理学の知識を持たなくてはならない。運動の直接の要因としての筋の収縮の問題、神経の問題、筋収縮のエネルギー源その補充作用をする循環器系、呼吸器系など、一切の生命現象のうち、特に身体運動に直接間接大きい役割を果すものについて知らなければならない。
3. 身体運動の機構、すなわち筋・骨格の装置、運動の基本的諸原則、および物理的な力と仕事の基本原理から工率にいたる問題を解明するために、人間を機械工学的に見る立場、又その働きを物理学的な立場で考える身体力学・運動力学が必要である。それは単一機械が、どの様に組合わされている機械か、すなわち、てこ・滑車・輪軸・らせんなどの装置が、身体の各部分にどの様に組みこまれているか、どの様な力によってどの様な種類の運動を行うか、などの研究がこれである。これらに応用される物理学の諸原則は、均衡・運動・力・ニュートンの法則・その他の諸原理である。
4. 身体活動によって行われるスポーツそれ自体についても物理学的な知識を必要とする。水泳における波形成、皮膚摩擦、寄せ波、キャビテーション、吸着力学の問題や、円盤の飛翔や砲丸の投射角、蹴球のキック、更にはスキーにおける摩擦の問題や回転の原理、ジャンプにおける流体力学の応用等、極めて大きな意味を持っている。
5. 姿勢についての研究を軽視するわけにはいかない。日常生活における姿勢は

健康に主要な意味を持ち、運動中の姿勢は記録や技術と密接な関係がある。又悪い姿勢を矯正する矯正体操は治療の上で重視され、作業中の姿勢は作業能率と重大な関係がある。更には機能を強化するための強化体操や各種のトレーニング法も大切な分野である。

6. その他身体運動のエネルギー代謝、栄養の問題、傷害に関する問題等必然的に附随して考えられなければならない。そしてこれらについて実的な効果を競技場において見ようとするならば、心理学、社会学的な研究もなされなければならないのである。

この様に広範にわたる研究分野を持っている訳であるが、これは多くの研究者の協力を必要とし、一朝一夕に完成を目指すことは出来ない。こころみに体協のスポーツ科学研究委員会が行った研究事業を述べて現在の第一線の研究の動向を見ると

- (1) 疾走速度の光電回路による測定。
- (2) 水泳中の筋電図記録。
- (3) 重量あげの筋電図学的解析。
- (4) バスケットボールの筋電図学的解析。
- (5) 馬術に関する動作の研究。
- (6) バレーボールにおけるスパイクの強さの判定。
- (7) 射撃時における銃のゆれの測定。
- (8) フェンシングの基本動作のフォームに関する研究。
- (9) 水泳中の泳速変化に関する研究。
- (10) パンチ力の測定（ボクシング）。
- (11) 柔道選手の腕の索引力に関する研究。
- (12) 漕艇中の艇の力の測定。

等について行われている。

V. 体育とキネシオロジー

キネシオロジーの組織的研究は、解剖学を基礎としてスエーデン体操を作り上げた時から始まったといわれる様に、近代体育はキネシオロジーを基礎として発展し

て来たのである。体育の目的の一つとして、健全にして有能な肉体を作りあげることがあげられる。身体運動の複雑さは、人間自身驚く外ない程巧妙で精巧なものである。この肉体をどの様に鍛え、どの様に作り上げるかということは、簡単にきめられることではない。数かぎりない身体運動の種類を分類し、そして共通の法則を見出して、基本的な理論を知ることができれば、僅かの基本動作に習熟することによって、同種のいろいろな運動に応用出来るようになる。体育の指導者が子供をあつかうに当っては、まず子供に適当な運動の種類や運動の量をきめてやる必要がある。そのためには、その子供の身体を知るとともに与える運動そのものを知らなければならない。運動の種類や量がわかって、実際に当っては、どんな時に、どんな形で与えるべきかを知らなければならない。これらはすべてキネシオロジーの基礎的な理論からみちびき出されるものである。

体育にとって姿勢の問題は昔から重大なものとされている。姿勢の悪いということとは、単に外見上格構が悪いということだけではない。日常生活の悪い姿勢が身体各部に故障をおこし、又仕事の能率を悪くする等ということはいわれることである。運動も要するに姿勢の変化の連続であって、スムーズな姿勢の変化が技術の巧拙を表わし、記録の良否となって表われるといつてよい。姿勢は、一面においては、身体の支持装置、すなわち筋肉・靱帯の性質及び骨の形態位置関係によってきまるものであり、また他面においては、重力および遠心力によってきまるものである。しかし姿勢というものは固定したものでなく、常に変化するものである。静止した姿勢及び動いている姿勢がわれわれに示す姿によって、われわれは普通に、姿勢が良いとか、美しいとか、あるいは又悪いとか、みにくいとか言っている。抽象的な意味で、われわれは、のびのびした、調和ある、背すじの伸びた姿勢を良い姿勢とし、窮屈な・硬直した・均整を欠いた姿勢を劣った姿勢としている。まっすぐ背すじの伸びた姿勢は、自然に人間に与えられている。歪みのある、ぶかっこうな体型は、ただ美しさや動きを害し、はばむばかりでなく、身体的素質の片寄りのない発達を阻害し、また健康および作業・運動能率をも阻害し抑圧するのである。然し乍ら、それならば、具体的に正しい姿勢・良い姿勢とはどのようなものかというに、厳密に説明することはむずかしい事である。キネシオロジーの最も大切な、そして

最も困難な分野は、この姿勢の問題であろう。

この様に体育において取扱う身体運動は、極めて複雑で精巧なものであるから、特に指導に当る者は、これについて充分なる基礎知識を持つことが必要条件となる。その基礎知識とは、身体運動が、解剖学や力学の法則に従って、実際に行われていることを見分けることである。つまり分析がその基礎であり、応用がその成果であると考えてよいわけである。現代の体育指導者として、この能力を備えていなければ、すぐれた指導者とは言い得ないであろう。

VI. スポーツとキネシオロジー

スポーツとキネシオロジーの結びつきについては、前に述べた通りである。世界記録をつくった選手のトレーニングの方法や技術は、誰にでも通用するものではない。彼等がその方法や技術で成果をあげたのは、それが彼等のからだに適したものであったのであろう。これをただまねるだけでは、決して良い結果を望めないし又科学的でないことも明らかである。彼等の努力と独創は、それなりに価値がある。然し、それはあくまで彼等自身のものであって、他のものにそのまま通用するものではない。そのトレーニングの方法や技術を、科学的に分析して、その中のどの部分が彼等独特のものであり、どの部分が普遍的なものであるかを知った時、はじめてその価値を利用出来るのである。キネシオロジーによる近代スポーツの発達はこちらら優秀選手のトレーニングの方法や、技術の分析からはじまったといって良いであろう。

スポーツを行う主体は、あくまで身体である。だからスポーツを科学的に研究するためには、身体に関する諸科学、即ち解剖学・生理学・栄養学・心理学等について必要なる基礎的な知識を持たなければならない。更にスポーツは身体を使つての運動であるから、物体の運動の学問、即ち力学の知識を持たなければならない。キネシオロジーの分野とされているスポーツ力学は、特にこの部門について研究する学問である。

スポーツ分析に必要な力学のうち平衡 (Balance)、運動 (Motion)、力 (Force) の3つは最も重要なもので、その他の法則や原理は、この3つに附随するものであ

る。

今、夫々について具体例で考えてみよう。

1. 平衡…身体運動，姿勢の変化と考えてよい。一個の物体である身体が運動するのであるから，そのバランスについては重心の動きを無視しては，その運動を理解することは出来ない。疾走・跳躍・投擲・滑走・回転，すべて重心の移動が根本であることを知ることが出来る。
2. 運動…物体の運動は，直線運動と弧を画く回転運動とに分けて考えられる。そして速度と加速度の問題，更には遠心力・求心力が運動を左右する。短距離走のスタートダッシュ，スキースラローム技術等は，これらの問題を明らかに示している。
3. 力…力は物体の質量と速度の変化，即ち加速度との積で表わされる。 $(F=ma)$ 人間は一個の物体として，その質量によって力を持つ。更に体内のエネルギーによって非常に強い力を出すことができる。スポーツとは，この内部エネルギーを如何に効率よく力として発揮するかということの競技であると考えてよいであろう。
4. 其の他の原理…エネルギーと仕事の効率の問題，身体運動のエネルギー代謝の問題，滑走における摩擦の問題，ジャンプにおける風圧や，漕艇における造波抵抗等流体力学上の問題等，力学上の問題は極めて多い。

これまでスポーツにおいてキネシオロジーがどのような役割を果そうとしているかを述べたのであるが，ここに述べられた法則や原理は，スポーツの厳密な分析研究のために必要であって，体育学の高度な研究領域に属するものである。勿論，その極めて基礎的なものは，実際の場面で応用出来るが，一般にスポーツの指導においては，それ程必要はない。例えば，競技中の選手のエネルギー代謝率の測定や，心電図や筋電図をとることは，体育学の研究としては極めて大切であるが，その試合に勝利を得ようとしているコーチにとっては，それ程必要なことではないのである。

スポーツにおけるキネシオロジーは，あくまで充分なる施設を持つ研究室や実験室での成果を理論として発表し，スポーツマンや指導者がそれを応用するのを待つ

というのが、その立場であろう。

何故ならば、スポーツにおける力学の原理の応用には限界があるからである。元來人体は、普通の生命のない物体と異り、すべての点で純客観的に条件を決定しておいて、実験の対象とすることが不可能である。即ち、色々な力学の原理法則を適用しながらスポーツの指導をすることは出来るけれども、絶対正確で、変化のない一定の結果を、他の科学実験のように導くことが出来ない。一個人々々の体格の相違、生理学的な相違、心理学的な相違が、複雑に各人のスポーツ行動に影響する。換言すれば、骨格構造の差異は直ちに身体にかかわる挺子の相違となってあらわれるし又各筋肉の起始点の相違や附着点の個人的差違決定も甚だ困難であり、多くの微妙な心身両面にわたる個人差が見られる。

この様に、人体の生理学的制限は種々あるけれども、それは決して基本的な力学の応用を無意味とするものではない。ただ力学的分析をスポーツにあてはめる際に我々は未だ多くの未解決の問題があることを認識して、精密で絶対的な分析に自ら限界があることを前提として進まなければならない。

VII. あ と が き

いままでに、体育学特にスポーツにとってキネシオロジーは極めて重要なものであることを述べた。そして又、スポーツや体育において、力学の法則や原理の応用には自らなる限界点のあることも述べた。この様に述べると、キネシオロジーはあくまで研究室や実験室の中だけの学問で、体育やスポーツの現場では役に立たない学問であるかの如き印象を受けるであろう。然し決してその様なものではない。実際の試合の場で選手のエネルギー代謝の結果がわかって、試合には勝てない。試合に入る前までの段階でこそ、キネシオロジーの示す法則や理論が役立てられなくてはならないのである。そのために、当然研究室や実験室の研究が必要であり、そして体育やスポーツの現場で指導に当る者が、キネシオロジーの知識を持ち、分析と応用の力を持たなければならないのである。

又、これまでキネシオロジーに就いて強調して述べたために、体育やスポーツは科学的に行わるべきで、今まで行われた様な経験主義的なトレーニングや、猛練習

主義を全く否定するかの如くとられるかもしれないが、それはそうではない。他のすべての科学が、過去における経験を基として礎きあげられたことを考えるならば経験主義必ずしも非合理的、非科学的といえないことは明らかで、先人の努力に対して深い敬意を払うとともに、その価値を認めなければならない。然し、現代の進歩のスピードは只遅々とした経験の積み重ねだけでは追いつくことが来ない。ここにキネシオロジーの価値と使命があると考えられるのである。

我国の体育・スポーツ界は現在大きな転機に立っていると考えられる。この転機をうまく生かすためにもキネシオロジーの力は大切なものとなるであろう。

引用参考文献

- | | |
|-----------------|--------------|
| 猪飼・杉本・石河 | ：スポーツの生理学 |
| W. G. スコット（宮畑訳） | ：体育の力学 |
| 飯塚鉄雄 | ：体育を計算する |
| 宮畑・高木 | ：身体運動学 |
| ジョンW. バン（石河訳） | ：コーチングの科学的原理 |
| グスタフ・コッホナー（福岡訳） | ：姿勢を正しくするために |
| 長谷川光洋 | ：身体均整の科学 |